

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 648**

51 Int. Cl.:  
**H01L 31/0216** (2006.01)  
**H01L 31/0224** (2006.01)  
**H01L 21/225** (2006.01)  
**H01L 31/068** (2012.01)  
**H01L 31/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09733502 .0**  
96 Fecha de presentación: **09.04.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2277203**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2011**

54 Título: **Procedimiento para la dotación selectiva de silicio**

30 Prioridad:  
**14.04.2008 DE 102008019402**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.06.2012**

73 Titular/es:  
**Gebr. Schmid GmbH  
Robert-Bosch-Strasse 32-34  
72250 Freudenstadt, DE**

72 Inventor/es:  
**HABERMANN, Dirk**

74 Agente/Representante:  
**Tomas Gil, Tesifonte Enrique**

ES 2 383 648 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para la dotación selectiva de silicio

**Campos de aplicación y estado de la técnica**

5 [0001] La invención se refiere a un procedimiento para la dotación selectiva de silicio de un sustrato de silicio, para producir una transición-pn en el silicio. Este procedimiento se necesita, por ejemplo, en la producción de células solares.

10 [0002] La dotación selectiva del emisor de silicio para la producción de una transición-pn en silicio se emplea para la mejora del contacto y de las propiedades de conducción en la tecnología solar. Con este proceso se puede incrementar la eficiencia de células solares. Para la producción de emisores selectivos se emplean hasta ahora tecnologías láser, en las que el agente de dotación es difundido a través de un rayo láser altamente energético en el silicio. Otros procedimientos se basan en el decapado con plasma de emisores altamente dotados. Las regiones, en las que debe mantenerse la dotación alta, son previamente enmascaradas.

15 [0003] Un ejemplo de otros procedimientos es el documento US 5.871.591, en los que, en principio, se enmascaran, la mayoría de las veces litográficamente, las regiones en las que la dotación alta inicial debe mantenerse después del decapado. Estos procedimientos retiran, por lo tanto, una capa fina, la mayoría de las veces de 100 a 200 nm de espesor con dotación alta cerca de la superficie, para obtener una distribución selectiva de los emisores. No obstante, un inconveniente de estos procedimientos es que el decapado de la superficie debe realizarse con mucha precisión, para no provocar una pérdida clara en la eficiencia de las células solares. En tecnologías asistidas por láser, existe igualmente el peligro de un daño fuerte de la superficie de las células solares, por lo que también esta tecnología se emplea sólo muy individualmente en la tecnología solar.

20

[0004] El documento JP 2004-281569 A describe un procedimiento para la dotación selectiva de silicio de un sustrato de silicio, siendo aplicada una segunda dotación de forma selectiva y teniendo lugar una difusión.

[0005] El documento describe un procedimiento en el que mediante dotación selectiva son cubiertas determinadas áreas mediante una máscara.

**25 Cometido y solución**

[0006] La invención tiene el cometido de crear un procedimiento mencionado al principio así como un sustrato de silicio tratado con él, con los que se pueden solucionar problemas del estado de la técnica y en particular se puede conseguir un procedimiento eficiente y bien realizable para la dotación selectiva de un sustrato de silicio.

30 [0007] Este cometido se soluciona por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Las configuraciones ventajosas así como preferidas de la invención se indican en las otras reivindicaciones y se explican en detalle a continuación. La redacción de las reivindicaciones se realiza a través de referencia expresa al contenido de la descripción. Por lo demás, la redacción de la solicitud de prioridad DE 102008019402.6 del 14 de Abril de 2008 de la misma Solicitante se realiza a través de referencia expresa al contenido de la presente descripción.

35 [0008] El procedimiento presenta, según la invención, las siguientes etapas. En una primera etapa a) se provee la superficie del silicio o bien del sustrato de silicio con un agente de dotación, que se basa en fósforo o bien contiene fósforo. Por ejemplo, éste es una solución de ácido fosfórico. En una etapa b) siguiente, se calienta el sustrato de silicio o bien el agente de dotación, para generar cristal de silicato de fósforo sobre la superficie del agente de dotación. En este caso, se difunde al mismo tiempo fósforo en el interior del silicio, como primera dotación del sustrato de silicio. El espesor de esta dotación se puede ajustar a través de la duración y la temperatura del calentamiento.

40

[0009] En una etapa c) siguiente se aplica una máscara sobre el cristal de silicato de fósforo sobre la superficie del sustrato de silicio. La máscara se aplica en este caso de tal forma que cubre las regiones que son altamente dotadas posteriormente del sustrato de silicio. En una etapa d) siguiente, se retira el cristal de silicato de fósforo en las regiones no enmascaradas. A continuación de nuevo, en una etapa e) se retira la máscara desde la superficie o bien el cristal de silicato de fósforo. En una etapa f) siguiente se calienta de nuevo el sustrato de silicio para realizar otra difusión de fósforo desde el cristal de silicato de fósforo remanente en el silicio. Ésta es la segunda dotación del sustrato de silicio, para generar las regiones altamente dotadas. En las regiones, que están libres de cristal de silicato de fósforo, solamente la dotación de fósforo próxima a la superficie, comparativamente reducida, sirve como fuente secundaria de dotación para la difusión más profunda de fósforo en el material de base. En otra etapa g), se retiran también el cristal de silicato de fósforo restante y el óxido sobre las regiones débilmente dotadas completamente fuera del sustrato de silicio. De esta manera, no sólo se crea, en general, una dotación selectiva de un sustrato de silicio con regiones altamente dotadas, que pueden formar emisores de una célula solar. Sobre todo se puede crear también un procedimiento, que crea a gran escala una producción o bien mecanización adecuadas de sustratos de silicio. Sobre todo, el procedimiento se puede realizar en una instalación de circulación. Se pueden suprimir tecnologías costosas como láser o fuentes de decapado de plasma.

45

50

55

[0010] En otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención, el agente de dotación basado en fósforo puede ser una solución, que contiene ácido fosfórico.

5 [0011] Para la aplicación de la máscara sobre el sustrato de silicio o bien el cristal de silicato de fósforo formado encima se puede utilizar una tecnología de impresión. Esto se puede realizar o bien a través de impresión con tamiz de seda o, en cambio, a través de la llamada tecnología de impresión con chorro de tinta. En este caso, la máscara, que está constituida, por ejemplo, por una cera o laca, se aplica en forma líquida o pastosa con un procedimiento, que corresponde al utilizado en las llamadas impresiones con chorro de tinta. De esta manera, se puede generar una máscara deseada muy exactamente, como también rápidamente y con una superficie grande. Con este procedimiento se puede producir, por ejemplo, una rejilla de contacto como emisor altamente dotado o bien conductor, en el que la célula sola se forma por el sustrato de silicio. A través de la dotación doble del silicio resultan las regiones altamente dotadas. Sobre todo en la etapa f) de la segunda dotación, a través de una duración más prolongada de la actuación o bien a través de un calentamiento más prolongado, se puede realizar la dotación de nuevo con mayor intensidad. De esta manera, en la región altamente dotada, la dotación puede ser muchas veces más alta que en las restantes regiones menos dotadas.

10 [0012] Para retirar el cristal de silicato de fósforo en las regiones no enmascaradas según la etapa c), se puede utilizar un proceso de decapado. Aquí se ofrecen, por ejemplo, soluciones de decapado basadas en HF, pero también son posibles otros agentes de decapado. Esto se puede realizar tanto en una etapa del proceso como también en varias etapas con diferentes productos químicos.

15 [0013] Una instalación de circulación para la realización del procedimiento puede estar constituida por varios módulos. En este caso, en un módulo se pueden realizar eventualmente también varias etapas. Se prefiere especialmente una instalación de circulación horizontal, en la que los sustratos de silicio son transportados y tratados en posición horizontal.

20 [0014] Éstas y otras características se deducen, además de las reivindicaciones, también de la descripción y de los dibujos, de manera que las características individuales pueden estar realizadas, respectivamente, por sí solas o agrupadas en forma de sub-combinaciones en una forma de realización de la invención y en otros campos y pueden representar formas de realización ventajosas así como dignas de protección por sí, para las que se reivindica aquí protección. La subdivisión de la solicitud en encabezamientos intermedios y secciones individuales no limita las manifestaciones realizadas en ellos en su validez general.

#### Breve descripción de los dibujos

25 [0015] Un ejemplo de realización de la invención se representa de forma esquemática en los dibujos y se explica en detalle a continuación. En los dibujos, las figuras 1 a 6 muestran las etapas a) a g) del procedimiento en un sustrato de silicio para la producción de una célula solar.

#### Descripción detallada del ejemplo de realización

30 [0016] En la figura 1 se representa un sustrato de silicio 1, sobre el que según la etapa a) así como la etapa b) se ha aplicado un agente de dotación en una superficie grande. Este agente de dotación 2 contiene fósforo o bien se basa en fósforo y es, por ejemplo, una solución de ácido fosfórico. Por lo demás, a través de calentamiento de una manera no representada en detalle, por ejemplo a través de radiador calefactor o similar se difunde fósforo desde el agente de dotación 2 en el sustrato de silicio 1 o bien en su lado superior. De esta manera, se obtiene una región 3 dotada baja, lo que se ilustra a través del rayado cruzado.

35 [0017] En la figura 2 se representa cómo se aplica, según la etapa c) una máscara 4 sobre el lado superior del agente de dotación 2. Esta máscara 4 se aplica de la manera descrita anteriormente a través de una tecnología de impresión de chorro de tinta y se extiende de manera ventajosa en gran parte en las bandas estrechas representadas, siendo posibles, sin embargo, también otros patrones de máscara. Estas bandas de la máscara 4 corresponden a las regiones altamente dotadas deseadas, que se describen todavía en detalle a continuación.

40 [0018] En la figura 3 se representa cómo ha sido retirado según la etapa d) el agente de dotación 2, que ha sido convertido después del calentamiento según la figura 1 y la etapa b) en cristal de silicato de fósforo, en general allí donde no está cubierto por la máscara 4. De esta manera, la superficie de la región 3 dotada baja del sustrato de silicio 1 está esencialmente libre. Debajo de la máscara 4 están presentes todavía zonas correspondientemente configuradas del cristal de silicato de fósforo 2.

45 [0019] Según la etapa e), como se representa en la figura 4, a continuación se retira la máscara 4. Mientras que en la etapa d) según la figura 3, el cristal de silicato de fósforo ha sido retirado por medio de decapado HF, para la retirada de la máscara 4 es suficiente una solución mucho menos agresiva.

50 [0020] En la figura 5 se representa cómo se difunde de nuevo fósforo en el sustrato de silicio 1 según la etapa f) a través de nuevo calentamiento a partir del cristal de silicato de fósforo 2 ahora liberado con una forma que corresponde a la máscara 4 aplicada y retirada de nuevo. El fósforo desde el cristal de silicato de fósforo 2 forma una región estrecha con una forma que corresponde al cristal de silicato de fósforo 2 según la figura 4 o bien a la

máscara 4 según la figura 2. Por lo demás, también en la región 3 dotada baja del sustrato de silicio 1, es decir, esencialmente en toda la superficie, se difunde fósforo desde la región próxima a la superficie todavía más profundamente en el interior del sustrato de silicio 1 que el que se difunde después de la primera etapa de difusión. En la región 3 dotada baja y en la región 5 dotada alta, la concentración de fósforo se reduce desde la superficie hasta el interior del material de base, pudiendo distinguirse, en general, la profundidad de la dotación.

5

[0021] Según la etapa g), como se representa en la figura 6, también se retira el cristal de silicato de fósforo 2 restante, con ventaja de nuevo a través de decapado HF. En esta etapa se retira igualmente una capa fina con un óxido en la región débilmente dotada. Entonces el sustrato de silicio 1 según la figura 6 está presente con una región 3 dotada baja en toda la superficie. En esta región dotada baja 3 se extienden las regiones 5 dotadas altas y forman, en una célula solar, el emisor de baja impedancia o bien una llamada rejilla de contacto.

10

[0022] A través de la invención se puede realizar una dotación selectiva de un sustrato de silicio, con procedimientos bien dominables tecnológicamente, que se pueden realizar, en general, en continuo. Así, por ejemplo, como se ha descrito, se puede producir una rejilla de contacto para una célula solar.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la dotación selectiva de silicio de un sustrato de silicio (1) para la producción de una transición-pn en el silicio con las siguientes etapas:

- a) provisión de la superficie del sustrato de silicio (1) con un agente de dotación (2) basado en fósforo,
- 5 b) calentamiento siguiente del sustrato de silicio (1) para la generación de un cristal de silicato de fósforo (2) sobre la superficie del silicio, en el que se difunde al mismo tiempo fósforo en el interior del silicio como primera dotación (3),
- c) aplicación de una máscara (4) sobre el cristal de silicato de fósforo (2), de tal manera que la máscara (4) cubre las regiones (5) que son altamente dotadas posteriormente,
- 10 d) retirada del cristal de silicato de fósforo (2) en las regiones no enmascaradas,
- e) retirada de la máscara (4) fuera del cristal de silicato de fósforo (2),
- f) calentamiento de nuevo para la difusión posterior de fósforo desde el cristal de silicato de fósforo (2) en el silicio como segunda dotación para la generación de las regiones (5) altamente dotadas,
- g) retirada completa del cristal de silicato de fósforo (2) o bien del óxido desde el sustrato de silicio (1).

15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el agente de dotación (2) a base de fósforo es una solución con ácido fosfórico.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la máscara (4) se aplica con una tecnología de impresión, con preferencia con una llamada tecnología de impresión de chorro de tinta.

20 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que de esta manera se produce una rejilla de contacto de una célula solar, en el que el sustrato de silicio (1) forma la célula solar, en el que las regiones (5) dotadas dos veces del silicio están altamente dotadas y, por lo tanto, son de baja impedancia y representan una zona de contacto de la célula solar.

25 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la retirada del cristal de silicato de fósforo (2) se realiza en las regiones no enmascaradas según la etapa d) por medio de decapado, con preferencia decapado HF.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se realiza en una instalación de circulación, con preferencia en una instalación de circulación horizontal.



